



TITLE:

コンクリートの収縮メカニズムに基づくRC壁のひび割れ制御に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

松井, 亮夫

CITATION:

松井, 亮夫. コンクリートの収縮メカニズムに基づくRC壁のひび割れ制御に関する研究. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20359>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	松井 亮夫
論文題目	コンクリートの収縮メカニズムに基づく RC 壁のひび割れ制御に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、鉄筋コンクリート造壁に不可避な乾燥収縮によるひび割れを壁に設けた目地内で確実に誘発させる、高品質な壁を築造するひび割れ誘発目地付き耐力壁構法を提案し、本構法によるひび割れ誘発メカニズムを実験的及び解析的に解明している。さらに、合理的な耐震壁構造性能評価法を提案し、その妥当性についても実験的及び解析的に検討しようとするものであって、7章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、本論文の背景および目的について述べている。</p> <p>第2章では、壁ひび割れの発生要因および発生例、対策技術の現状、断面欠損率を確保するために様々な工夫を行った耐震壁のひび割れ誘発目地工法に関する既往の研究を概説している。また、既往の収縮ひび割れ幅の予測手法を紹介している。さらに、現状と課題について明らかにしている。</p> <p>第3章では、誘発材に異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート造耐震壁の長期ひび割れ性状の把握を目的とした、柱型付き耐震壁試験体に対する収縮ひび割れ実験について述べている。実験の結果、異形鉄筋を誘発材として挿入した目地を用いると、従来の欠き込み目地と比較して、早期に目地内にひび割れが発生し、壁中央の目地に加えて、柱近傍の目地にもひび割れが分散して発生することがわかった。また、壁筋比が 1.2%程度になると、目地内へのひび割れの誘導が困難となることもわかった。しかし、壁表面の主ひずみ分布については、試験体の設置場所が屋外であったため、日射等の影響を受け、誘発材の有無による明確な差が見られなかった。そこで、屋内での収縮ひび割れ実験が行われた。試験体の実験変数は総断面欠損率と誘発材の粘着有無とし、計4体の試験体が製作された。その結果、ひび割れの発生状況、定点カメラによるひび割れ伸展状況、壁表面の主ひずみ分布の値とその方向、内部ひずみの発生傾向、内部ひび割れの伸展範囲が定量的に観測、記録された。得られたデータを基にこれまで不明となっていたひび割れ誘発メカニズム（発生・伸展機構）の一部を定量的に解明することができた。さらには、既往の収縮ひび割れ予測手法による自由収縮ひずみの予測、収縮ひび割れ発生時のひずみ、ひび割れの算定幅について、実験値との比較検討を行い、この予測手法の妥当性を検証している。</p> <p>第4章では、誘発材に異形鉄筋を用いた実建物の鉄筋コンクリート造耐震壁のひび割れ性状の把握を目的とした実験について述べている。コンクリート表面の温度変化が小さい隣り合う2面の地下耐震壁について、誘発材の有無によるひび割れ誘発の差を観測した。その結果、ひび割れ発生状況、壁表面の主ひずみ分布の値とその方向、内部のひずみの発生傾向が定量的に解明された。さらには、既往のひび割れ予測手法による自由収縮ひずみの予測、収縮ひび割れ発生時のひずみ、ひび割れの算定幅について、観測値との比較検討を行い、この予測手法の妥当性を検証している。</p> <p>第5章では、誘発材に異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート造単層耐震壁試験体のせん断破壊実験について述べている。試験体は、約 1/2 スケール 1 層 1 スパン耐震壁である。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	松井 亮夫
<p>柱、梁および基礎スタブに囲まれた壁板である試験体計 5 体の静的正負交番繰り返し漸増載荷実験を行った。いずれの試験体にも幅 10mm、深さ 10mm の目地を壁両面に設けている。実験変数はひび割れ誘発材の有無、目地位置、壁筋比、コンクリート圧縮強度とし、試験体はせん断破壊が先行するように設計されている。載荷試験の結果、いずれの試験体においても、破壊モードは柱主筋の一部降伏後のせん断破壊となり、初期剛性、せん断ひび割れ強度、せん断終局強度のいずれに関しても、既往の設計式で安全側に評価できることが明らかになった。また、目地鉛直方向のずれ変位、荷重変形角関係に対するひび割れ誘発材の影響は見られなかった。さらに、3 次元有限要素解析プログラムを用いて、耐震壁試験体の挙動追跡を行い、本解析により試験体の最大耐力、荷重変形関係、実験時の破壊性状を概ね再現できることを示した。次に、実験では設定されなかった誘発材径、目地本数、誘発材量を解析変数にすることにより、これらが耐震壁のせん断終局強度に与える影響を 3 次元有限要素解析により検討した。その結果、誘発材径や目地本数を変化させることによって、最大耐力の解析値に違いが生じ、特に、誘発材量が増えることで、最大耐力が上昇する傾向が示された。一方、欠き込み目地自体の有無による影響はほとんど見られなかった。</p> <p>第 6 章では、誘発材に異形鉄筋を用いた、曲げ降伏先行型鉄筋コンクリート造連層耐震壁縮小試験体の載荷実験について述べている。試験体は、壁板と柱、梁、載荷スタブおよび基礎スタブからなる約 1/2 スケール 2 層 1 スパン骨組 2 体であり、静的正負交番繰り返し漸増載荷実験を行った。いずれの試験体にも幅 10mm、深さ 10mm の目地を壁両面に設けている。実験変数は誘発材径とし、試験体は曲げ降伏が先行するように設計されている。実験の結果、いずれの試験体においても、柱際の目地に起因する破壊は生じなかったが、誘発材として D6 鉄筋を用いた FWP63R07 では全体変形角 2.0%、D16 鉄筋を用いた FWP63R20 では全体変形角 1.5%サイクルの途中で壁筋破断に伴う脚部の開きが顕著となった。初期剛性、曲げひび割れ強度、曲げ終局強度のいずれに関しても、既往の設計式で評価できることが明らかとなった。また、最大耐力や目地部の鉛直変位に対する誘発材の影響は見られなかった。一方、壁脚部の鉛直変位や誘発材のひずみ分布では、誘発材径が大きくなると壁脚に変形が集中しやすいことが示された。さらに、3 次元有限要素解析プログラムを用いて、実験を行った耐震壁試験体の挙動追跡を行い、荷重変形角関係、誘発材の応力分布、鉄筋の応力分布、脚部の鉛直変位、誘発材のひずみ分布について実験結果との比較を行うことにより、解析手法の妥当性を検証した。これにより、最大耐力付近までの荷重変形角関係、壁縦筋破断前までの脚部の鉛直変位、全体変形角 0.25%時までの誘発材のひずみ値を概ね追跡できることが示された。また、実験で確認できなかった設定変数についても解析的検討を行い、誘発材径や目地本数、中間梁断面の影響について検討している。一方、壁筋比、コンクリート強度の増加に伴う最大耐力の増加、せん断スパン比の増加に伴う最大耐力時の変形の増大が示された。なお、繰り返し解析の影響としては、繰り返し載荷の場合、単調載荷時に比べて、最大耐力時の変形が大きくなる傾向が示された。</p> <p>第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、鉄筋コンクリート造壁に不可避な乾燥収縮によるひび割れを、壁に設けた目地内で確実に誘発させ、高品質な壁を築造する、ひび割れ誘発目地付き耐力壁構法を考案し、本構法によるひび割れ誘発メカニズムを実験的及び解析的に解明している。さらに、耐震壁構造性能算定法の妥当性についても実験的及び解析的に究明することで、乾燥収縮ひび割れ制御の新構法を提案しようとするものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 実験変数をひび割れ誘発材の仕様とした鉄筋コンクリート造耐震壁縮小試験体のひび割れ誘発実験を屋外及び屋内にて行い、ひび割れの発生状況、定点カメラによるひび割れ伸展状況、壁表面の主ひずみ分布の値とその方向、内部ひずみの発生傾向、内部ひび割れの伸展範囲を観測した。得られたデータを基にこれまで不明となっていたひび割れ誘発メカニズム（発生・伸展機構）の一部を定量的に解明した。さらには、既往のひび割れ予測手法による自由収縮ひずみの予測、収縮ひび割れ発生時のひずみ、ひび割れの算定幅について、実験値との比較検討を行い、本予測手法の妥当性を検証した。

2. 実建物において、実験変数をひび割れ誘発材の有無とした2面の鉄筋コンクリート造地下外壁のひび割れ誘発実験を行い、ひび割れ発生状況、壁表面の主ひずみ分布の値とその方向、内部のひずみの発生傾向を観測した。さらには、既往のひび割れ予測手法による自由収縮ひずみの予測、収縮ひび割れ発生時のひずみ、ひび割れの算定幅について、実験値との比較検討を行い、本予測手法の妥当性を検証した。

3. 実験変数を総断面欠損率、誘発材率、壁筋比、コンクリート強度、目地位置とした5体のせん断破壊先行型単層壁の縮小試験体に対して静的正負交番繰り返し漸増載荷実験を行い、破壊性状、破壊荷重および変形性能に対して、異形鉄筋のひび割れ誘発材が及ぼす影響を明らかにした。また、実験で確認できなかった実験変数についても3次元有限要素解析により構造性能への影響が示された。

4. 実験変数を総断面欠損率、誘発材率とした2体の曲げ降伏先行型連層耐震壁の縮小試験体に対して静的正負交番繰り返し漸増載荷実験を行い、異形鉄筋のひび割れ誘発材が耐震壁の破壊性状などの構造性能に及ぼす影響を明らかにした。また、実験で確認できなかった実験変数についても3次元有限要素解析により検討した。

本論文は、鉄筋コンクリート造耐震壁を利用する上で重要となる、目地による乾燥収縮ひび割れ誘発メカニズムを明らかにし、異形鉄筋を用いたひび割れ制御法を提案し、さらには、その構造性能への影響を明らかにするなど、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。